

УДК 624.012 : 53.09

Г.А.МОЛОДЧЕНКО, д-р техн. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

С.Л.ФОМИН, д-р техн. наук

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

ОГНЕСТОЙКОСТЬ СИЛОСОВ И СИЛОСНЫХ КОРПУСОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Рассмотрены вопросы пожарной безопасности строительных конструкций железобетонных силосов и силосных корпусов в свете новых нормативных документов. Проанализированы причины возгорания растительного сырья. Предложена методика расчета пределов огнестойкости конструктивных элементов и предельного состояния здания в целом.

Под силосом в дальнейшем будем понимать вертикальную цилиндрическую или призматическую емкость, стены которой выполнены из стали, монолитного или сборного железобетона, предназначенную для хранения сыпучих материалов. В силосах между высотой верха воронки (или набетонки) до низа надсилосного перекрытия H и площадью горизонтального сечения емкости A существует зависимость $H \geq \sqrt{A}$. Если силосы объединяются между собой (блокируются) по образующим или по поверхностям стен, то они составляют силосные корпуса. Размеры квадратных в плане ячеек принимают 3, 6, 9 и 12 м, круглых – диаметром 6, 9, 12, 18, и 24 м [1].

Опыт эксплуатации силосов для зерновых продуктов, угля, угольной шихты в Украине, зарубежный опыт стран СНГ, дальнего зарубежья (США, Германии, Франции, Канады и др.) свидетельствует о частых случаях самовозгорания хранимых сыпучих материалов. Самовозгорание сыпучего материала растительного происхождения возникает при наличии кислорода внутри воздушной среды, повышенной влажности сыпучего и протекания биологических и физико-химических процессов с повышением температуры и последующим распадом пиктиновых и белковых соединений. Температура в очаге самовозгорания повышается до 200-220 °С, что соответствует началу тления и далее до 1000-1200 °С при доступе кислорода [2]. Создается взрывоопасная ситуация.

Очаги самовозгорания зерновой массы формируются в локальном, пластовом и сплошном виде. Распределение температуры в отдельных его образованиях исследовано в работах [2, 3].

Предельное состояние конструкции по огнестойкости – это состояние конструкции, при котором она теряет несущую способность

или защитные функции в условиях пожара [4]. Различают три предельных состояния:

- по признаку потери несущей способности (*R*). Конструкция теряет способность сохранять несущие функции в результате обрушения или возникновения предельных деформаций, которые устанавливаются стандартом;

- по признаку потери целостности (*E*) характеризуется потерей способности сохранять защитные функции в результате появления на не обогреваемой поверхности конструкции трещин или выколов, размеры которых превышают допустимые значения установленные стандартом или в результате проникновения сквозь эти трещины или выколы продуктов сгорания или пламени;

- по признаку потери теплоизолирующей способности (*I*) характеризует состояние конструкции, при котором она теряет способность сохранять защитные функции в результате превышения на не обогреваемой поверхности допустимых значений температур, установленных стандартом.

Величину предела огнестойкости строительных конструкций определяют путем испытаний по ДСТУ Б В.1.1-4-98, по стандартам на методы испытаний огнестойкости строительных конструкций конкретных типов или расчетными методами в соответствии со стандартами и методиками, утвержденными органами государственного пожарного надзора.

Способность строительных конструкций распространению огня характеризуется его пределом (*M*). За предел распространения огня принимается размер поврежденной зоны образца в плоскости конструкции от границы зоны нагрева перпендикулярно ей до наиболее удаленной точки повреждения (для вертикальных конструкций – вверх, для горизонтальных – в каждую сторону). Повреждениями считаются обугливание и выгорание материалов на глубину большую, чем 0,2 см, а также оплавление термопластичных материалов образцов при испытаниях.

По пределу распространения огня строительные конструкции подразделяются на три группы: *M0* (предел распространения равен 0); *M1* ($M \leq 25$ см – для горизонтальных конструкций; $M \leq 40$ см – для вертикальных конструкций); *M2* ($M > 25$ см – для горизонтальных конструкций; $M > 40$ см – для вертикальных конструкций).

Отдельно стоящие силосы и силосные корпуса проектируют по степени ответственности II класса и II степени огнестойкости с нулевым пределом распространения огня. Для монолитных железобетон-

ных стен силосов необходимо принимать толщину стен не менее 150, для сборных железобетонных стен – не менее 80, ширину балок перекрытий не менее 200 мм [1].

Нормирование огнестойкости строительных конструкций регламентируется ДБН В.1.1, разработанными взамен СНиП 2.01.02-85*. Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней, которые определяются пределами огнестойкости основных конструкций. Чем выше предел огнестойкости основных строительных конструкций, тем выше степень огнестойкости здания. Здания I степени огнестойкости строят из наиболее огнестойких конструкций, для зданий V степени пределы огнестойкости не нормируются.

После определения требуемой степени огнестойкости здания по табл.4 ДБН В.1.1 находят минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций. Они устанавливаются в минутах в соответствии с числовым рядом, принятым государствами, входящими в европейское содружество (15, 30, 45, 60, 90, 120, 150 и т.д.). С учетом международных обозначений граничных состояний по огнестойкости (R , E , I) несущих конструкций стен силосов при II и III степени огнестойкости минимальный предел огнестойкости составляет 120 мин (R 120, $M0$), т.е. 2 часа.

После определения минимальных пределов огнестойкости строительных конструкций необходимо проверить, насколько выбранные по соображениям прочности, устойчивости и другим показателям строительные конструкции удовлетворяют требованиям норм. Для этого нужно определить фактический предел огнестойкости и сравнить его с требуемым.

Расчет предела огнестойкости состоит из двух частей: теплотехнической и статической. В теплотехнической части определяют распределение температуры по сечению конструкции в процессе ее нагревания по стандартному температурному режиму. По результатам расчета находят потери теплоизолирующей способности.

Результаты теплотехнического расчета необходимы также для определения потери несущей способности в статической части. По существующей методике, зная распределение температуры по сечению элемента и зависимость прочности материалов от температуры для различных моментов времени, строят график снижения несущей способности конструкции во времени, по которому находят предел огнестойкости, т.е. время нагревания, по истечении которого несущая способность конструкции снизится до величины рабочей нагрузки:

$$S_{ser} \leq R_u, \quad (1)$$

где S_{ser} – расчетное усилие элемента (изгибающий момент, продольное усилие) от нормативной или другой рабочей нагрузки; R_u – сопротивление (несущая способность) сечения, имеющее размерность усилия.

Формула (1) отвечает требованиям ДСТУ на испытание строительных конструкций на огнестойкость.

На практике при нагреве на конструкции воздействуют также дополнительные температурные усилия и напряжения.

На основе проведенных в ХГТУСА экспериментальных и численных исследований выявлен механизм перехода железобетонных конструкций в предельное состояние при нагреве и предложена методика расчета, учитывающая дополнительные температурные усилия S_t , возникающие от сдерживания температурных деформаций элемента дополнительными связями (соседними конструкциями) и которые, накладываясь на усилия от нормативной нагрузки S_{ser} , снижают предел огнестойкости по сравнению с расчетом по существующей методике.

Собственные температурные напряжения σ_t , возникающие при нелинейном распределении температуры по сечению железобетонных элементов, также влияют на несущую способность R_u , увеличивая или снижая ее в зависимости от форм температурного поля. Таким образом, основная расчетная формула огнестойкости по предельному состоянию первой группы будет иметь вид

$$S_{ser} + S_t \leq R_u(\sigma_t). \quad (2)$$

При проектировании силосных корпусов необходимо проводить расчет их напряженно-деформированного состояния как статически неопределимых плоских или объемных конструкций в целом. Результаты исследований, экспериментов и опыт эксплуатации показывают, что возникновение пожара в отдельных емкостях значительно увеличивает усилия в соседних, которые могут разрушиться задолго до утраты огнестойкости нагреваемых.

В некоторых случаях необходимо проводить расчет огнестойкости конструкций при реальных температурных режимах пожара. Реальный пожар имеет во времени интервал подъема температуры до максимальной величины (фазы возгорания и развития пожара) и интервал ее снижения (фаза затухания). Выявлено, что исчерпание несущей способности может наступить также в процессе охлаждения.

Теплотехническую задачу огнестойкости строительных конст-

рукций при температурном режиме реального пожара решают с использованием скорректированного выражения для стандартного пожара на восходящей ветви зависимости «температура - время» по методике ВНИИПО. В этом случае коррекцию осуществляют путем введения коэффициента ψ в зависимость для описания стандартного пожара по формуле

$$t_p - t_n = 345 \cdot \psi \cdot \lg(8\tau + 1). \quad (3)$$

На ниспадающей ветви (стадии угасания пожара) снижение температуры окружающей среды принимают по линейной зависимости

$$t_p = -600(\tau / \tau_{\max} - 1) + t_{\max}, \quad (4)$$

где t_p – температура реального пожара, °С; τ – время от начала пожара, мин; ψ – коэффициент коррекции; τ_{\max} – время достижения максимальной температуры, мин; t_{\max} – максимальная температура среды, °С.

1.СНиП 2.10.05-85. Предприятия, здания и сооружения по хранению и переработке зерна. – М.: Госстрой СССР, ЦИТП, 1985. – 24 с.

2.Вогман Л.П., Горшков В.И., Дегтярев А.Г. Пожарная безопасность элеваторов. – М.: Стройиздат, 1993. – 288 с.

3.Мамон В.П., Ольшанский В.П. Асимптотические решения температурной задачи пластового самонагревания сырья в силосе // Новые решения в современных технологиях: Вестник Харьков. гос. политехн. ун-та. Вып. 81. – Харьков, 2000. – С. 65-68.

4.СНиП 21-01-97*. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: Госстрой СССР, ЦИТП, 1997.

Получено 15.01.2003

УДК 691.3 : 620.197.6

С.М.ЗОЛОТОВ, О.М.ПУСТОВОЙТОВА, кандидаты техн. наук,

Л.В.ГАПОНОВА

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ АКРИЛОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ К ВЛИЯНИЮ АГРЕССИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Приведены результаты исследования стойкости акриловых композиций к влиянию агрессивных воздействий.

Хорошее состояние и долговечность зданий, а также расходы на их содержание во многом зависят от качества применяемых материалов. Используемая при строительстве и реконструкции акриловая композиция подвергается в процессе эксплуатации суточным и сезонным